

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2001322269 A

(43) Date of publication of application: 20.11.01

(51) Int. Cl.

**B41J 2/045**

**B41J 2/055**

(21) Application number: 2000141146

(22) Date of filing: 15.05.00

(71) Applicant: RICOH CO LTD

(72) Inventor: MIYOSHI YASUO  
EGUCHI HIROTOSHI  
MASUBUCHI FUMITO  
FUJISAWA ETSUKO

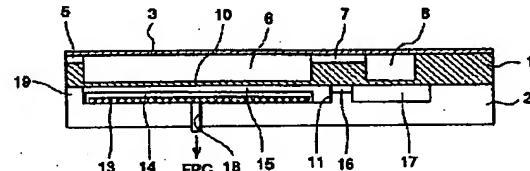
**(54) LIQUID EJECTION HEAD**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electrostatic ink jet head having an actuator section comprising a liquid chamber communicating with a nozzle, a diaphragm forming the wall face of the liquid chamber and an electrode facing the diaphragm and ejecting an ink drop from the nozzle by deforming the diaphragm with an electrostatic force generated by applying a voltage between the diaphragm and the electrode in which displacement of the diaphragm can be attained stably through low voltage driving by reducing air damper effect.

**SOLUTION:** An air chamber 17 is provided to communicate with a gap space 15 between a diaphragm 10 and an electrode 13.

**COPYRIGHT: (C)2001,JPO**



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-322269

(P2001-322269A)

(43) 公開日 平成13年11月20日 (2001.11.20)

(51) Int.Cl.

B 41 J 2/045  
2/055

識別記号

F I

B 41 J 3/04

デマコード(参考)

103A 2C057

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-141146 (P2000-141146)

(22) 出願日 平成12年5月15日 (2000.5.15)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 三好 康雄

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72) 発明者 江口 裕俊

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74) 代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

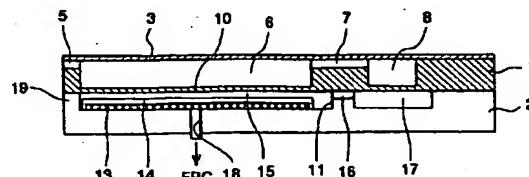
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液滴吐出ヘッド

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ノズルと連通する液室とこの液室の壁面を形成する振動板及びこの振動板に対抗する電極とからなるアクチュエータ部を有し、振動板と電極との間に電圧を印加することで発生する静電力により振動板を変形させて、液室内の圧力を変化させることによりノズルからインク滴を吐出させる静電型インクジェットヘッドにおいて、エアーダンパー効果を低減させることにより、低電圧駆動で安定した振動板変位が得られる液吐出ヘッドの提供。

【解決手段】 振動板10と電極13との間のギャップ空間15に連通する空気室17を設けた



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液滴を吐出するノズルが連通している液室の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極と、前記振動板を静電力で変形変位させて前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板と電極との間のギャップ空間に連通する空気室を設けたことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記空気室を大気に連通したことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項3】 請求項2に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記空気室の大気連通部分にフィルタを設けたことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、複数のギャップ空間に直接連通する共通空気室を設けたことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項5】 請求項1乃至3のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、複数のギャップ空間に各ギャップ空間の隔壁に形成した連通路を介して連通する共通空気室を設けたことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は液滴吐出ヘッドに関し、特に静電型液滴吐出ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 プリンタ、ファクシミリ、複写装置等の画像記録装置或いは画像形成装置として用いるインクジェット記録装置において使用する液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドとしては、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室（インク流路、圧力室、吐出室、加圧液室等とも称される。）と、この液室の壁面を形成する振動板及びこの振動板に対向する電極とからなるアクチュエータ部を有し、振動板と電極との間に電圧を印加することで発生する静電力により振動板を変形させて、液室内の圧力／体積を変化させることによりノズルからインク滴を吐出させる静電型インクジェットヘッドが知られている。

【0003】 このような静電型インクジェットヘッドにおいては、アクチュエータ部の振動板と電極との間に微小なギャップ（ギャップを形成する空間を「ギャップ空間」という。）を形成することが必要で、この微小なギャップ空間に水分や異物が混入すると、振動板の変位量が変化して、インク滴吐出量やインク滴吐出速度が増加或いは減少するなどインク滴吐出特性が変動し、或いは振動板が変位しなくなって、インク滴吐出不能になるなど、画像品質が劣化することがある。

【0004】 そのため、ギャップ空間を外気から封止する必要があるが、このようにギャップ空間を封止すると、振動板の変位に伴って空気が圧縮されて圧力が上昇

し、振動板の変位が抑制されるというエアーダンバ効果が発生し、必要な振動板変位量を得られなくなったり、必要な振動板変位量を確保するためには駆動電圧を高くしなければならなくなったりする。

【0005】 そこで、従来、特開平7-299908号公報に記載されているように、振動板変位により排除される体積とアクチュエータ部の体積が1:2~8までと規定し、電極取り出し用の溝部の容積を使ってアクチュエータ部の容積（実効的なギャップ空間容積）を増加するようにしたり、また、特開平11-34319号公報に開示されているように、隣接するギャップ空間に孔を形成して連通することで、アクチュエータ部全体の容量を増やし、エアーダンバ効果を低減させるようにしている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述したように電極取り出し用の溝部の容積を使ってアクチュエータ部の容積を増加するヘッドにあっては、電極取り出し用の溝部の容量を確保しなければならなくなつて、必要のない電極取り出しのための配線をしなければならなくなる。また、ギャップ間隔壁に孔を形成して連通させるだけでは、十分な容積を確保することができず、エアーダンバ効果の低減効果は十分でない。

【0007】 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、低電圧駆動で安定した振動板変位が得られる液滴吐出ヘッドを提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴吐出ヘッドは、振動板と電極との間にギャップ空間に連通する空気室を設けた構成としたものである。

【0009】 ここで、空気室を大気に連通することが好ましい。この場合、空気室の大気連通部分にフィルタを設けることが好ましい。また、複数のギャップ空間に直接連通する共通空気室を設けたり、或いは、複数のギャップ空間に各ギャップ空間の隔壁に形成した連通路を介して連通する共通空気室を設けたりすることもできる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明の第1実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向の模式的断面説明図、図2は、同ヘッドの振動板短手方向の模式的断面説明図、図3は電極基板の斜視説明図である。

【0011】 このインクジェットヘッドは、振動板基板1と電極基板2と天板3とを接合し、インク滴を吐出するノズル5と、このノズル5が連通する液室6、この液室6にインク供給路である流体抵抗部7を介してインクを供給する共通液室8などを形成している。

【0012】 振動板基板1には、ノズル5を形成する溝、液室6及びこの液室6の壁面（底面）となる振動板

10を形成する凹部、流体抵抗部7を形成する溝部、共通液室8を形成する凹部を形成している。

【0013】この振動板基板1は、例えば単結晶シリコン基板を用いた場合、予め振動板厚さにボロンを注入してエッチングストップ層となる高濃度ボロン層を形成し、電極基板2と接合した後、液室6となる凹部をKOH水溶液などのエッチング液を用いて異方性エッチングすることにより、このとき高濃度ボロン層がエッチングストップ層となって振動板10が高精度に形成される。また、SOI基板を用いて振動板を形成することもできる。

【0014】なお、振動板10に別途第一電極となる電極膜を形成してもよいが、上述したように不純物の拡散などによって振動板が電極を兼ねるようになっている。なお、SOI基板を用いた場合には電極を形成することになる。また、振動板10の電極基板2側の面に絶縁膜を形成することもできる。この絶縁膜としてはSiO<sub>2</sub>等の酸化膜系絶縁膜、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等の窒化膜系絶縁膜などを用いることができる。絶縁膜の成膜は、振動板表面を熱酸化して酸化膜を形成したり、成膜手法を用いたりすることができる。

【0015】また、電極基板2にはバイレックス（登録商標）ガラス（硼珪酸系ガラス）基板、セラミックス基板或いは酸化膜を形成したシリコン基板などを用いて、電極形成用の凹部11を形成して、この凹部11底面に振動板10に対向する電極13を設け、振動板10と電極13との間にギャップを形成し、これらの振動板10と電極13とによってアクチュエータ部を構成している。

【0016】電極13表面にはSiO<sub>2</sub>膜などの酸化膜系絶縁膜、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜などの窒化膜系絶縁膜からなる絶縁膜14を成膜している。なお、上述したように電極13表面に絶縁膜14を形成しないで、振動板10側に絶縁膜を形成することもできる。

【0017】また、電極基板2の電極13としては、金、或いは、通常半導体素子の形成プロセスで一般的に用いられるAl、Cr、Ni等の金属材料や、Ti、TiN、W等の高融点金属、または不純物により低抵抗化した多結晶シリコン材料などを用いることができる。

【0018】そして、電極基板2には共通液室8の下側に、振動板10と電極13とのギャップを含むギャップ空間15に連通溝16を介して連通する空気室17を各ギャップ空間15毎に形成している。

【0019】これらの振動板基板1と電極基板2との接合は、電極基板2にガラス基板を用いた場合には、陽極接合で行うことができる。陽極接合は、基板間に電圧（-300V～-500V程度）を印加することで比較的低温（300°C～400°C）で精密な接合を行うことができる。

【0020】このような陽極接合を確実に行うには、基

板の接合界面で基板同士の共有結合が生じるように振動板基板（第1基板）1、或いは電極基板（第2基板）2のどちらかがアルカリイオンを多く含む基板であることが必要があり、また、接合する際、熱応力による基板同士の歪みが少なくなるように基板同士の熱膨張係数が比較的一致している材料を選択することが好ましい。

【0021】したがって、振動板基板1に単結晶のシリコン基板を使用し、電極基板2にNa等のアルカリイオンを多く含み、シリコン基板と比較的熱膨張係数が一致するバイレックスガラス（硼珪酸系ガラス）基板を使用することで、基板同士の熱歪みの少ない確実な接合が得られる。

【0022】また、電極基板2にシリコン基板を用いた場合には、酸化膜を介した直接接合法を用いることができる。この直接接合は1000°C程度の高温化で実施する。また、電極基板2にシリコン基板を用いて、陽極接合を行う場合には、電極基板2と振動板基板1との間にバイレックスガラスを成膜し、この膜を介して陽極接合を行うことができる。さらに、振動板基板1と電極基板2にシリコン基板を使用して金等のバインダーを接合面に介在させた共晶接合で接合することもできる。

【0023】この電極基板2の電極13と外部駆動回路（ドライバIC）とは、電極基板2の電極13底面にスルーホール18を形成して、このスルーホール18を介してドライバICに接続したFPCを電極13に接続する構成にしている。さらに、電極基板2の凹部11の外壁部19を振動板基板1と接合することで凹部11全体を封止している。

【0024】このように構成したインクジェットヘッドにおいては、振動板10と電極13との間に駆動波形を印加することによって、振動板10と電極13との間に静電力（静電吸引力）が発生して、振動板10が電極13側に変形変位する。これにより、液室6の内容積が拡張されて内圧が下がるため、流体抵抗部7を介して共通液室8から液室6にインクが充填される。

【0025】次いで、電極13への電圧印加を断つと、静電力が作用しなくなり、振動板10はそれ自身のもつ弾性によって復元する。この動作に伴い液室6の内圧が上昇し、ノズル5からインク滴が吐出される。再び電極13に電圧を印加すると、再び静電吸引力によって振動板10は電極13側に引き込まれる。

【0026】ここで、振動板10を共通電極とし、個別電極となる電極13と振動板10との間に電圧Vを印加したときに両者の間に発生する静電引力は、圧力P（Pa=N/m<sup>2</sup>）、電極間の電位V（V）、電極間の距離t（m）、誘電率ε（F/m）としたとき、（1）式で与えられる。

【0027】

【数1】

$$P = \frac{1}{2} \epsilon \left( \frac{V}{t} \right) \quad \dots (1)$$

【0028】このとき、振動板10が圧力Pによって復元力に抗して変位する変位量 $\delta$ は、振動板短辺幅a(m)、定数k、ヤング率E(Pa)、振動板厚みh(m)、ポアソン比 $\nu$ としたとき、(2)式で与えられる。

【0029】

【数2】

$$\delta = k \frac{12(1-\nu^2)Pa}{Eh} \quad \dots (2)$$

【0030】この振動板10の変位量 $\delta$ による排除体積 $\Delta V$ (m<sup>3</sup>)は、振動板短辺幅a(m)、振動板長辺幅b(m)としたとき、(3)式で与えられる。

【0031】

【数3】

$$\Delta V = \frac{8}{15} ab\delta \quad \dots (3)$$

【0032】一方、ギャップ空間15が封止されていることで、振動板10の変位によってギャップ空間15内の圧力 $P_i$ は、大気圧 $P_0$ (Pa)、ギャップ空間容積V(m<sup>3</sup>)、排除体積 $\Delta V$ (m<sup>3</sup>)としたとき、(4)式で与えられる。

【0033】

【数4】

$$P_i = \frac{V}{V - \Delta V} P_0 \quad \dots (4)$$

【0034】したがって、振動板10は静電吸引力とギャップ空間15の内部圧力及び振動板10の復元力の釣り合う位置まで戻される。よって、吐出に必要な変位を得るために(1)式-(2)式で得られる開放状態での電圧値に加えて、アクチュエータ内部(ギャップ空間内部)の圧力上昇分と釣り合うだけの電圧を余分に与えなければならない。

【0035】ここで、このインクジェットヘッドにおいては、ギャップ空間15に連通する空気室17を設けているので、アクチュエータ内部の内容積が実質的に増加し、アクチュエータ内部の圧力上昇を抑えることができて、吐出に必要な電圧の増加を抑えることができ、低電圧駆動が可能になる。この場合、空気室17を連通溝16を介してギャップ空間15に連通させ、ギャップ空間15と空気室17とを分離しているので、振動板10の周囲を電極基板2に固定することができて、液室に悪影響を及ぼす振動板基板1全体の余分な振動を防ぐことができる。

【0036】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの第2実施形態について図4及び図5を参照して説明する。なお、図4は同実施形態に係るインクジェットヘッ

ドの振動板長手方向の模式的断面説明図、図5は同ヘッドの電極基板の斜視説明図である。この実施形態では、電極基板2に空気室17を大気に連通する大気連通溝21を形成し、この大気連通路21の大気開放側にメンブランフィルタ22を取り付けている。

【0037】このように構成したので、空気室15はフィルタ22を介して大気に開放されているので、アクチュエータ内部での圧力上昇をより効果的に低減することができ、またフィルタ22により微細なゴミの侵入を防止して振動板-電極間の汚染を防止することができる。

【0038】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの第3実施形態について図6及び図7を参照して説明する。なお、図6は同実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向の模式的断面説明図、図7は同ヘッドの電極基板の斜視説明図である。この実施形態では、流路基板1にノズル5を形成したノズル板23を接合してサイドシュータ方式のヘッドとし、電極基板2に形成した凹部11は一端部が開放された溝として接着剤などの封止部材26で開口部を封止している。

【0039】そして、電極基板2には各ギャップ空間15に連通溝16を介して連通する1つの共通空気室27を形成し、この共通空気室27を大気に連通する大気連通溝28を形成して、この大気連通溝28の大気開放側にメンブランフィルタなどのフィルタ29を取り付けている。

【0040】このように各ギャップ空間15に連通する1つの共通空気室27を設けることで、個別に空気室を設ける場合よりも空気室の容積を大きくすることができ、大気に通じる開口を設けないでも内部圧力の上昇を抑えることができる。また、共通空気室27を大気開放する場合でも、大気連通溝は1箇所で済むので、ヘッドの小型化が容易になる。

【0041】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの第4実施形態について図8乃至図10を参照して説明する。なお、図8は同実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向の模式的断面説明図、図9は同ヘッドの振動板短手方向の模式的断面説明図、図10は電極基板の斜視説明図である。

【0042】この実施形態では、電極基板2の各ギャップ空間15の隔壁30に連通溝31を形成して各ギャップ空間15を連通するとともに、ノズル列方向側部に1つの共通空気室32を形成し、この共通空気室32を隣接するギャップ空間15に連通溝33を介して連通することで、共通空気室32を連通溝33を介して各ギャップ空間15に連通させている。そして、この共通空気室32を大気に連通する大気連通溝34を形成して、この大気連通溝34の大気開放側にメンブランフィルタなどのフィルタ35を取り付けている。

【0043】このように各ギャップ空間15に隔壁に形

成した連通溝31、33を介して順次連通する1つの共通空気室32を設けることでも、個別的に空気室を設ける場合よりも空気室の容積を大きくすることが容易にでき、大気に通じる開口を設けないでも内部圧力の上昇を抑えることができる。また、共通空気室32を大気開放する場合でも、大気連通溝は1箇所で済むので、ヘッドの小型化が容易になる。

【0044】次に、具体的な実施例と比較例について説明する。

(実施例1) アクチュエーター部と空気室15を同一基板2上に図1の様に配置したものを作製した。電極基板2上の凹部11は幅120μm、長さ1000μmとし、空気室17は幅を240μm、長さを500μm、深さを0.4μmとした。また、電極13の高さ(厚み)及び絶縁層の厚さを0.05μmとした。そして、振動板厚さ3μmの振動板基板1を作成し、電極基板2と接合後、電極と振動板間の開口部を接着剤で封止した。

【0045】(比較例2) 実施例1の空気室15を形成しないことを除いて図1と同様なアクチュエーター部を作製した。

【0046】これらの実施例1及び比較例1のヘッドについて、振動板10の最大変位を測定したところ、実施例1では30Vで振動板変位量が0.3μmであり、このときのアクチュエータの内部圧力の最大値は12.85×10<sup>4</sup>(Pa)となるのに対し、比較例1では30Vで振動板変位量が0.09μmであり、このときの最大変位を0.3μmとしたときにアクチュエータの内部圧力の最大値は20.79×10<sup>4</sup>(Pa)となる。

【0047】(実施例2) 図5の形状で空気室形状を幅30μmとして端部を開放にし、実施例1と同様に振動板基板1と接合した。

【0048】(比較例2) 封止しないことを除いて比較例1と同様にしてアクチュエーター部を作製した。

【0049】これらの実施例2及び比較例2のヘッドについて、振動板10の最大変位を測定したところ、実施例2では30Vで振動板変位量が0.3μmであり、2.0時間駆動させても変位量は変化しなかったのに対し、比較例2では30Vで振動板変位量の最大0.3μmが得られたものの、2.0時間駆動後では10チャンネルのうちの2チャンネルが変位不能になった。

【0050】なお、上記各実施形態においては、インク

ジェットヘッドに適用した例で説明したが、インクジェットヘッドに限らず液体レジスト等の液体を吐出させる液滴吐出ヘッドにも適用できる。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、振動板と電極との間のギャップ空間に連通する空気室を設けた構成としたので、エアーダンバ効果が低減して低電圧駆動で安定した振動板変位が得られる。

【0052】ここで、空気室を大気に連通することにより、よりエアーダンバ効果を低減して低電圧駆動が可能になる。この場合、空気室の大気連通部分にフィルタを設けることにより、アクチュエータ部内にゴミ等が侵入することを防止できる。

【0053】また、複数のギャップ空間に直接連通する共通空気室を設けることにより、より大きな容量の空気室を確保でき、大気連通も容易になる。或いは、複数のギャップ空間に各ギャップ空間の隔壁に形成した連通路を介して連通する共通空気室を設けることでも、より大きな容量の空気室を確保でき、大気連通も容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る静電型インクジェットヘッドの振動板長手方向の模式的断面説明図

【図2】同ヘッドの振動板短手方向の模式的断面説明図

【図3】同ヘッドの電極基板の斜視説明図

【図4】本発明の第2実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向の模式的断面説明図

【図5】同ヘッドの電極基板の斜視説明図

【図6】本発明の第3実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向の模式的断面説明図

【図7】同ヘッドの電極基板の斜視説明図

【図8】同実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向の模式的断面説明図

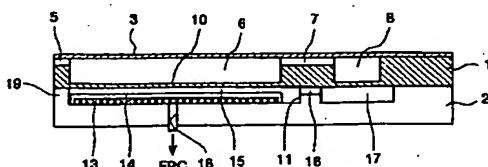
【図9】同ヘッドの振動板短手方向の模式的断面説明図

【図10】同ヘッドの電極基板の斜視説明図

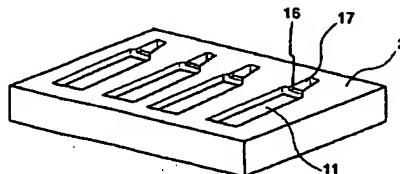
【符号の説明】

1…振動板基板、2…電極基板、3…天板、5…ノズル、6…液室、7…流体抵抗部、8…共通液室、10…振動板、11…凹部、13…電極、14…絶縁膜、15…ギャップ空間、16…連通溝、17…空気室。

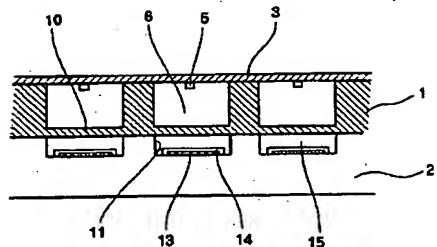
【図1】



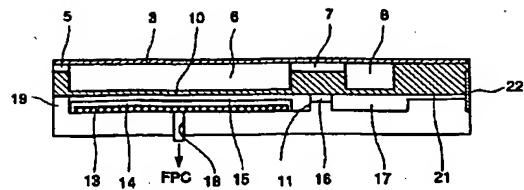
【図3】



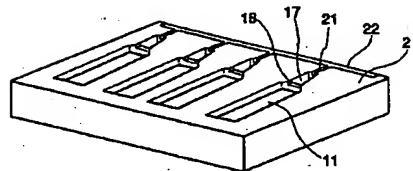
【図2】



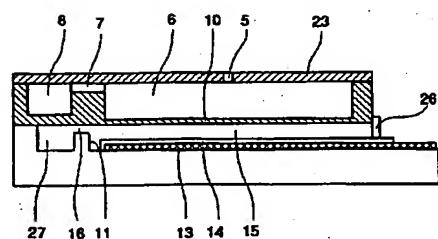
【図4】



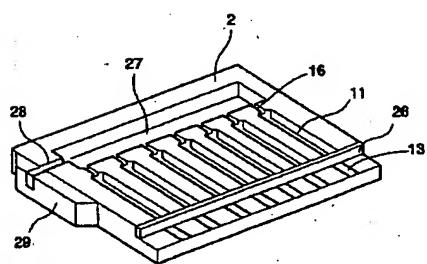
【図5】



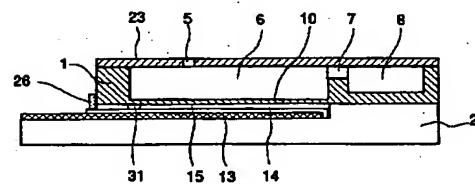
【図6】



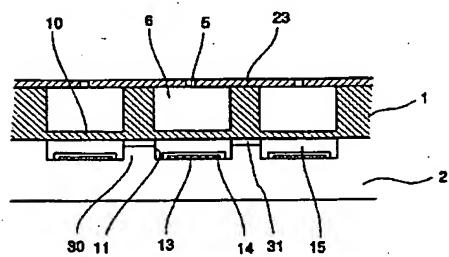
【図7】



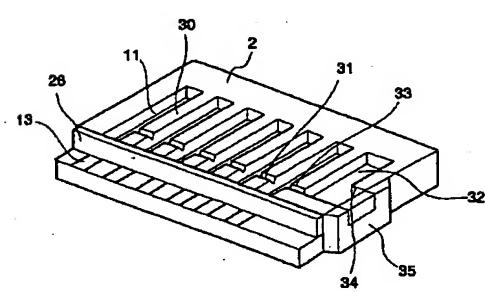
【図8】



【図9】



【図10】



## フロントページの続き

(72)発明者 増渕 文人  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72)発明者 藤沢 悅子  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
F ターム(参考) 2C057 AF55 AG12 AG54 AG77 AG99  
AP02 AP26 AP28 AP34 AP56  
AQ01 AQ02 BA03 BA15